

**STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE
CENTRIFUGAL CASTING DENGAN VARIASI KEMIRINGAN
CETAKAN 0°, 15°, 30° TERHADAP KOMPOSISI KIMIA,
DENSITY, POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi Strata I Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

MAMIK SRIYANI

D200160235

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE
CENTRIFUGAL CASTING DENGAN VARIASI KEMIRINGAN
CETAKAN 0°, 15°, 30° TERHADAP KOMPOSISI KIMIA,
DENSITY, POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MAMIK SRIYANI

D200160235

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Patna Partono, S.T., M.T.

NIK.701

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE
CENTRIFUGAL CASTING DENGAN VARIASI KEMIRINGAN
CETAKAN 0°, 15°, 30° TERHADAP KOMPOSISI KIMIA, *DENSITY*,
POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO**

OLEH

MAMIK SRIYANI

D200160235

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 15 Agustus 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Patna Partono, S.T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. M. Syukron, S.T, M.Eng, Ph. D

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)



Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD.

NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25 Agustus 2020

Penulis



MAMIK SRIYANI
D200160235

**STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE
CENTRIFUGAL CASTING DENGAN VARIASI KEMIRINGAN
CETAKAN 0°, 15°, 30° TERHADAP KOMPOSISI KIMIA, *DENSITY*,
POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO**

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kemiringan cetakan 0°, 15°, 30° dengan metode pengecoran *centrifugal* terhadap komposisi kimia, *density*, porositas dan struktur mikro dengan bahan utama Aluminium dari piston bekas. Pada penelitian ini menggunakan metode *centrifugal die casting*. Temperatur tuang 750°C dan kecepatan putar motor 700 rpm. Kemiringan cetakan divariasikan menjadi sudut 0°, 15°, 30°. Pengujian komposisi kimia menggunakan alat uji *Emmision Sprectometer* (ASTM E-1251). Perhitungan *density* dilakukan dengan menghitung massa dan volume hasil coran. Pengamatan porositas menggunakan mikroskop digital. Pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop metalografi (ASTM E3-11). Hasil Pengujian komposisi kimia pada material ini mengandung (Al) 85,20%, (Si) 11,34%, (Cu) 1,499%, (Ni) 1,1024%, (Fe) 0,5736% dan unsur-unsur lainnya. Mengacu pada standar ASTM B.85 diklasifikasikan kedalam Al-Si (Aluminium – Silicon) A413.0. Hasil pengujian *density* metode *centrifugal die casting* 0°, 15°, 30° mempunyai nilai *density* dengan nilai 2,7324 gr/cm³, 2,7324 gr/cm³, 2,7621 gr/cm³. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar *density* maka semakin sedikit porositasnya. Hasil pengujian struktur mikro produk coran dengan kemiringan 0° terlihat persebaran fasa β (Si) berjauhan dan mempunyai bentuk butiran yang besar. Pada produk coran dengan kemiringan 15° fasa β (Si) terlihat lebih rapat dan sedikit kecil. Pada produk coran dengan kemiringan 30° terlihat fasa β (Si) rapat dan kecil.

Kata kunci: *centrifugal casting*, kemiringan cetakan, aluminium, komposisi kimia, *density*, porositas, struktur mikro

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of 0°, 15°, 30° mold slope variations with the centrifugal casting method on the chemical composition, density, porosity and microstructure with the main material Aluminum from the used piston. In this study using the Centrifugal die casting method. 750oC pour temperature and 700rpm motor rotational speed. The slope of the mold varies into angles 0°, 15°, 30°. Chemical composition testing using Emmision Sprectometer (ASTM E-1251) test equipment. Calculation of density is done by calculating the mass and volume of the cast. Observation of porosity using a digital microscope. Micro structure testing using a metallographic microscope (ASTM E3-11). Test results The chemical composition of this material contains (Al) 85.20%, (Si) 11.34%, (Cu) 1.499%, (Ni) 1.1024%, (Fe) 0.5736% and other elements . Refer to ASTM B.85 standard classified into Al-Si (Aluminum - Silicon) A413.0. The test results of the Centrifugal die casting method density 0°, 15°, 30° have a value of density with a value of 2.7324 gr / cm³, 2.7324 gr / cm³, 2.7621 gr / cm³. From

these data it can be concluded that the greater the density, the less porosity. The results of microstructure testing of cast products with a slope of 0° show the spread of β (Si) phases far apart and have large granular shapes. In cast products with a slope of 15° β phase (Si) it looks more closely and a little smaller. In cast products with a slope of 30° , the β (Si) phase is closed and small.

Keywords: centrifugal casting, tilt mold, aluminum, chemical composition, density, porosity, micro structure

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia industri era 4.0 saat ini sangat berkembang dengan cepat, seiring berjalannya waktu yang bertujuan untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia yang semakin kompleks. Dunia permesinan memiliki peran yang sangat penting dalam perkembangan teknologi yang ada saat ini. Dan banyak komponen-komponen mesin yang dibutuhkan memiliki kualitas dan ketelitian produk yang tinggi, oleh karena itu dibutuhkan proses-proses manufaktur yang tepat. Dalam hal ini pengecoran logam merupakan salah satu metode untuk menghasilkan suatu produk pengecoran. Pengecoran logam dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu mulai dari pembuatan pola, cetakan, proses peleburan, proses menuang, membongkar dan membersihkan coran.

Salah satu dari metode pengecoran logam adalah pengecoran *centrifugal*. Pengecoran *centrifugal* adalah metode pengecoran dengan menuangkan cairan pada cetakan yang diputar. Biasanya, pengecoran *centrifugal* digunakan untuk memproduksi benda-benda bentuk silinder seperti pipa, bushing, dan silinder sleeve. Mesin pengecoran *centrifugal* memiliki dua tipe yaitu vertikal dan horizontal. Benda yang memiliki bentuk tidak silinder dan tidak simetris dapat dilakukan pengecoran dengan tipe vertikal (Chirita dkk, 2008). Pengecoran *centrifugal* memiliki banyak keuntungan misalnya operasional mudah, biaya rendah, fleksibilitas baik (Chirita dkk, 2008), mampu memenuhi kebutuhan untuk penguatan pada bagian tertentu saja (Huang, 2011) dan menghasilkan produk dengan porositas yang rendah karena gas-gas yang terkandung dalam logam cair dapat keluar dengan pengaruh gaya sentrifugal. Tetapi pengecoran *centrifugal* memiliki kelemahan yaitu distribusi ketebalan dan kepadatan coran yang cenderung tidak merata, segregasi dan struktur yang tidak homogen akibat laju

pembekuan yang tidak seragam, permukaan bagian dalam yang kasar akibat udara yang terjebak di dalam cetakan dan sebagainya. Kelemahan ini mungkin dapat diatasi dengan mengatur beberapa parameter seperti laju putaran, sudut kemiringan cetakan, karakteristik material coran, temperature cetakan atau dengan memberikan perlakuan terhadap logam cair selama pengecoran (Sugiarto 2014:13).

2. METODE

Langkah-langkah dalam proses penelitian adalah sebagai berikut : Mencari referensi mengenai *Centrifugal Casting*, aluminium, pengujian komposisi kimia, cacat porositas dan struktur mikro baik dari buku, jurnal-jurnal, situs internet, maupun dari tugas akhir terdahulu. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pemilihan standart sebagai acuan dalam penelitian ini yang meliputi ukuran spesimen, proses penelitan dan proses pengujian. Standart yang digunakan adalah ASTM E-1251 untuk pengujian komposisi kimia dan ASTM E3-11 untuk pengujian struktur mikro hasil coran menggunakan mikroskop metalografi. Melakukan proses pengecoran dengan metode *Centrifugal Casting*.

Setelah melakukan pengecoran, cetakan dibongkar dan benda hasil coran dibersihkan. Spesimen diuji dengan menggunakan alat uji komposisi kimia, perhitungan *density* dan pengamatan porositas. Perlakuan etsa dilakukan pada sebagian permukaan dengan ukuran yang telah ditentukan, cairan etsa yang digunakan untuk Aluminium sesuai ASTM E3-11 adalah HF (*hidroflourid acid*) dan air dengan perbandingan 0,5% HF. Pengetsan spesimen dengan cara mencelupkan spesimen ke dalam cairan etsa selama 15 detik, kemudian spesimen di angkat dan di aliri air selama 10 detik. Spesimen yang sudah di etsa dilakukan pengamatan struktur mikro. Hasil pengujian yang sudah didapat dianalisa dan kemudian diberikan kesimpulan dari apa yang didapat dari pengujian spesimen ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komposisi Kimia Produk Cor Aluminium

Pengujian ini dilakukan di CV Karya Hidup Sentosa (Quick). Pada hasil komposisi kimia produk cor terdapat 12 unsur tetapi hanya 7 unsur yang dapat berpengaruh pada Aluminium cor yaitu Si, Cu, Ni, Fe, Mg dan Zn. Menurut klasifikasi pada ASTM B-85 *Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Castings Aluminium* ini diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium – Silicon) 443.0.

3.2 Perhitungan Massa Jenis

Dalam menghitung massa jenis dilakukan dengan cara memotong spesimen agar pada saat mengukur volume lebih mudah. Perhitungan massa jenis dilakukan dengan cara mengukur spesimen menggunakan gelas ukur dan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui massa dari spesimen. Kemudian nilai hasil pengukuran dimasukkan kedalam rumus density :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Dimana :

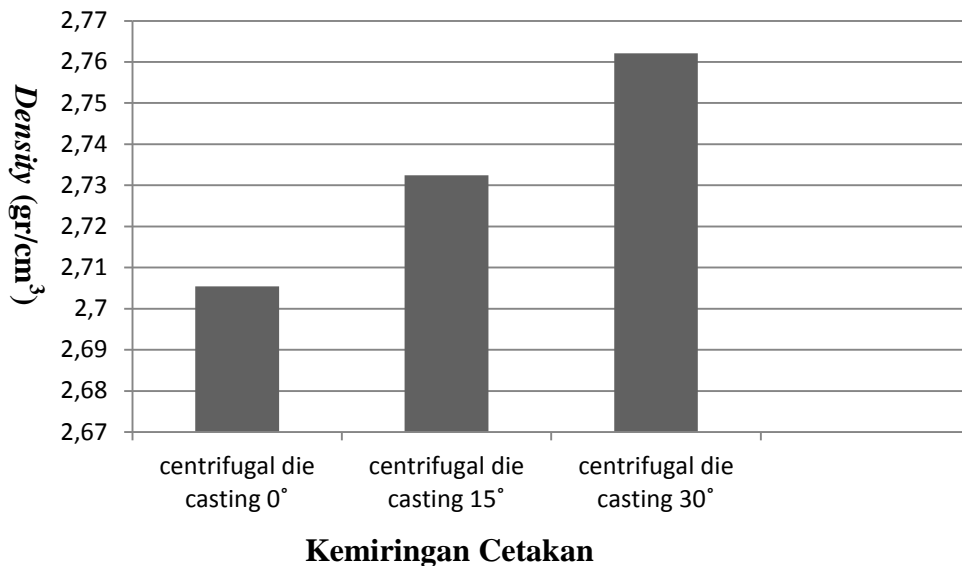
ρ = Massa Jenis (g/cm^3)

m = Massa (g)

v = Volume (cm^3)

Tabel 1. Perhitungan *Density* Produk Cor Aliminium

Variasi	Massa (g)	Volume (cm^3)	<i>Density</i> (g/cm^3)
<i>Centrifugal Die Casting</i>	10,01	3,7	2,7054
<i>Centrifugal Die Casting 15°</i>	10,11	3,7	2,7324
<i>Centrifugal Die Casting 30°</i>	10,22	3,7	2,7621

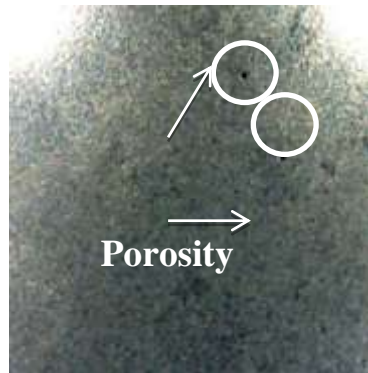


Gambar 1. Histogram Nilai Massa Jenis

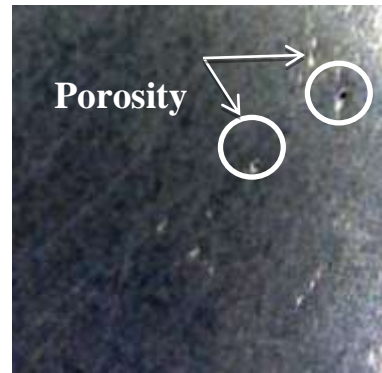
Berdasarkan gambar 1. metode pengecoran variasi *centrifugal die casting* 0° mempunyai nilai *density* dengan nilai 2,7324 gr/cm³ dikarenakan adanya sudut kemiringan 15° dari cetakan sehingga terjadi penekanan dari cetakan yang diputar yang membantu dalam proses pembekuan dan terjadinya pemadatan didalam cetakan. Selanjutnya pada metode pengecoran variasi *centrifugal die casting* 30° mempunyai nilai *density* dengan nilai 2,7621 gr/cm³ dikarenakan adanya sudut kemiringan 30° dari cetakan sehingga terjadi penekanan dari cetakan yang diputar yang membantu dalam proses pembekuan dan terjadinya pemadatan didalam cetakan. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar *density* maka semakin sedikit porositasnya, dan semakin kecil *density* maka porositas semakin tinggi.

3.3 Cacat Porositas

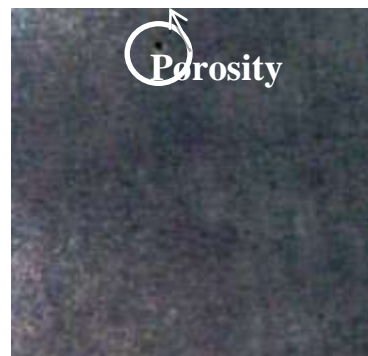
Pengamatan ini dilakukan dengan foto makro menggunakan mikroskop digital USB dan dilakukan perbandingan hasil dari setiap variasi cetakan. Hasilnya sebagai berikut :



a)



b)



c)



d)



e)



f)

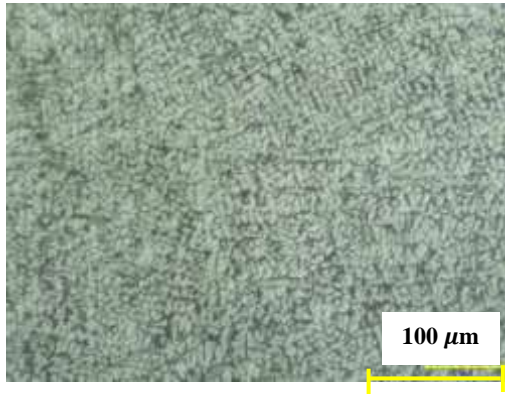
Gambar 2. Foto Makro Pengamatan Porositas (a) 0° bagian depan, (b) 0° bagian belakang, (c) 15° bagian depan, (d) 15° bagian belakang, (e) 30° bagian depan, (f) 30° bagian belakang. (Skala Gb. 1 : 12)

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa metode *Centrifugal Die Casting* dengan sudut kemiringan 0° mempunyai permukaan yang terdapat banyak

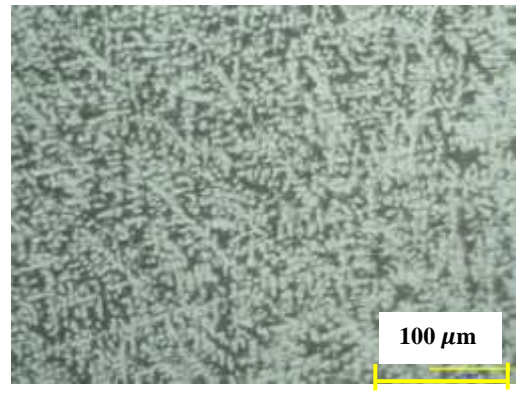
porositas. Hal ini disebabkan karena kurangnya penekanan pada saat proses penuangan sehingga terdapat udara yang terjebak pada produk coran. *Centrifugal Die Casting* dengan sudut kemiringan 15° mempunyai permukaan yang jumlah porositasnya lebih berkurang. Hal ini disebabkan karena penekanan pada proses penuangan lebih besar sehingga sedikit udara yang terjebak didalam produk coran. *Centrifugal Die Casting* dengan sudut kemiringan 30° mempunyai permukaan yang lebih halus dan porositas yang terjadi hampir tidak ada. Hal ini dikarenakan pembekuan yang terjadi dibantu dengan adanya penekanan dari cetakan yang diputar sehingga produk cor lebih padat. Hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar nilai *density* sebuah material maka porositasnya semakin sedikit.

3.4 Pengamatan Struktur Mikro

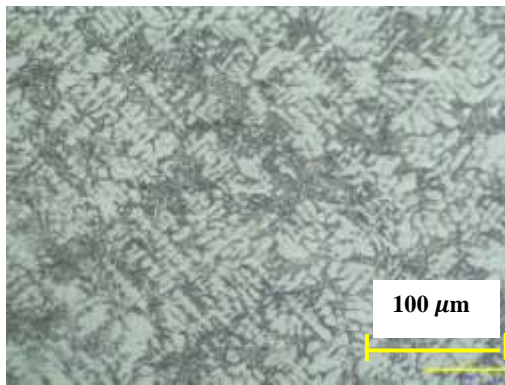
Pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Metalografi, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS). Menurut standar pengujian metalografi ASTM E3-11 (*Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens*) untuk bahan Aluminium dengan pembesaran 100x dan 500x. Sebelum melakukan pengujian stuktur mikro, spesimen diampelas sampai halus dari ampelas dengan kekasaran 80-5000. Setelah itu dilakukan pemolesan dengan autosol agar permukaan terlihat mengkilap, lalu dilakukan proses etsa sesuai standar ASTM E-407 (*Standard Practice for Microetching Metals and Alloy*). Etsa yang dipakai yaitu 200 ml air : 1 ml HF dengan lama pencelupan 10-20 detik lalu dialiri air dengan lama waktu 10 detik. Berikut adalah gambar struktur mikro produk coran *centrifugal die casting*:



a)

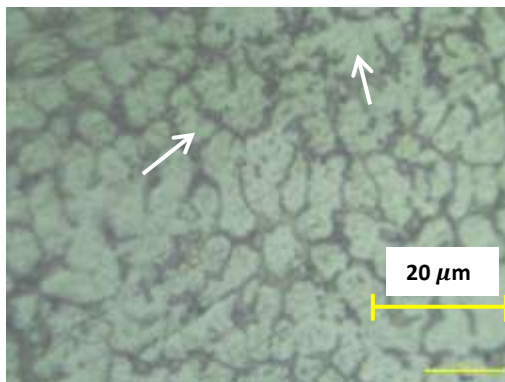


b)

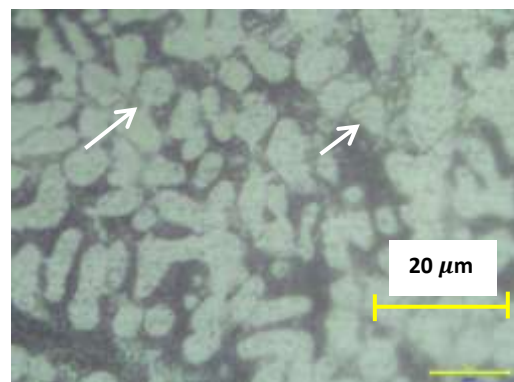


c)

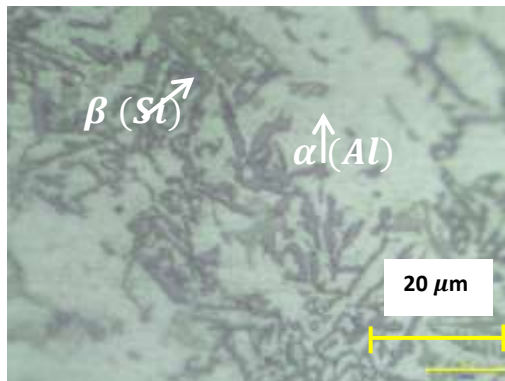
Gambar 3. Pengamatan Struktur Mikro pada pembesaran 100x (a) 0°, (b) 15°, (c) 30°



a)

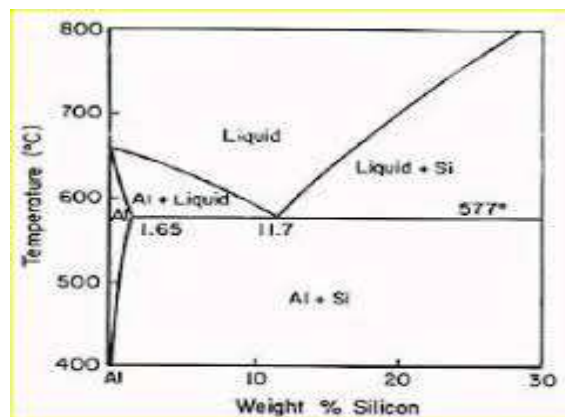


b)



c)

Gambar 4. Pengamatan Struktur Mikro pada pembesaran 500x (a) 0°, (b) 15°, (c) 30°



Gambar 5. Diagram fasa Al-Si (Sumber : Bayuseno 2001)

Struktur mikro dari produk coran Aluminium terdiri dari fasa α (Al) Aluminium dan fasa β (Si) Silikon. fasa α (Al) berwarna terang, fasa β (Si) berwarna gelap dan cenderung memanjang. Ketika laju pembekuan lama maka atom bergerak bebas untuk saling berikatan, maka fasa β akan terlihat besar namun tidak merata dan renggang, apabila laju cepat pembekuan cepat maka fasa β (Si) ukuran lebih kecil namun lebih merata dan rapat. Pada produk coran dengan sudut kemiringan 0° terlihat persebaran fasa β (Si) berjauhan dan mempunyai bentuk yang besar. Pada produk coran dengan sudut kemiringan 15° fasa β (Si) terlihat lebih rapat dan sedikit kecil. Pada produk coran dengan sudut kemiringan 30° terlihat fasa β (Si) rapat dan kecil.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Hasil Pengujian Komposisi kimia ditemukan unsur kimia berupa (Al) 85,20%, (Si) 11,34%, (Cu) 1,499%, (Ni) 1,1024%, (Fe) 0,5736% dan unsur-unsur lainnya. Mengacu pada standar ASTM B.85 *Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Casting Aluminum* A413.0. Juga dari hasil pengujian tersebut termasuk logam paduan cor Al-Si (seri 4xx.x).

Hasil pengujian *density* metode pengecoran variasi *centrifugal die casting* 0° mempunyai nilai *density* dengan nilai 2,7324 g/cm³. *Centrifugal die casting* 15° mempunyai nilai *density* dengan nilai 2,7324 g/cm³. *Centrifugal die casting* 30° mempunyai nilai *density* dengan nilai 2,7621 g/cm³. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar *density* maka semakin sedikit porositasnya, dan semakin kecil *density* maka porositas semakin tinggi.

Hasil pengujian struktur mikro dari produk coran Aluminium terdiri dari fasa α (Al) Aluminium dan fasa β (Si) Silikon. Pada produk coran dengan sudut kemiringan 0° terlihat persebaran fasa β (Si) banyak dan berjauhan. Pada produk coran dengan sudut kemiringan 15° fasa β (Si) terlihat lebih menyebar dan sedikit kecil. Pada produk coran dengan sudut kemiringan 30° terlihat fasa β (Si) merapat dan kecil.

4.2 Saran

Memperbanyak membaca dan mencari referensi studi literatur yang berkaitan tentang pengecoran metode *centrifugal die casting*. Mengecek peralatan dan menggunakan perlengkapan keamanan sebelum proses pengecoran, guna menghindari terjadinya kecelakaan. Merancang alat *centrifugal die casting* dengan baik agar dapat menahan getaran mesin pada saat proses pengecoran. Lebih berhati-hati pada saat proses penuangan, karna lelehan logam terpercik keluar seiring mesin berputar dengan kecepatan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Avner, Sidney H. (1974). *Introduction to Physical Metallurgy 2nd (second) Edition*. New York :Glencoe/Mcgraw-Hill.
- Beeley. (2001). *Cacat Coran dan Pencegahannya*. Fakultas Teknik Mesin. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Callister, W. D. (2001). *Fundamnetals of Materials Science and Engineering*. Department of Metallurgical Engineering The University of Utah.
- Darmadi, Djarot B. (2006). *Pengaruh Kemiringan Sumbu Putar Cetakan Sentrifugal Terhadap Distribusi Sifat Mekanik Hasil Coran*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) V. Universitas Brawijaya Malang
- Chirita, G., Soares, D., and Silva, F.S. (2008). Advantages of the Centrifugal Casting Technique for The Production of Structural Component with Al-Si Alloys. *Master Tesis School of Enginering Minho Portugal*
- El-Galy I. M, Ahmed M.H, dkk. (2017). Characterization of functionally graded Al-SiCp metal matrix composites manufactured by Centrifugal die casting. *Alexandria Engineering Journal* 56, 371–381.
- Harahap, Fadel Muhammad, Tugiman, Dkk. (2015). Analisa Pengaruh Partikel Sic Terhadap Sifat Mekanis *Metal Matrix Composite* Dibuat Menggunakan Metode *Centrifugal Casting*. *Jurnal Ilmiah “Mekanik” Teknik Mesin Itm, Vol. 1 No. 1*
- Huang, X., Liu, C., Lv, X., Liu, G., & Li, f. (2011). Aluminium alloy pistons reinforced with SiC fabricated by centrifugal casting. *Journal of Materials Processing Technology*,211(9), 1540-1546.
- Mukhhammad Alaya F D, Setyoko Bambang. (2018). Pengaruh Kecepatan Cetakan horizontal *Centrifugal die casting* Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Radial Sliding Bearing Babbitt-Baja Karbon. *Majalah Ilmiah Teknik Mesin Vol. 18 No. 2*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Murjoko. (2012). Kajian Letak Saluran Masuk (Ingate) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan, dan Ukuran Butir Paduan Aluminium Pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret
- Nugroho Eko, Budiyanto Eko , dkk. (2019). Uji Ketahanan Fatik Aluminium Hasil *Remelting* Piston Bekas Menggunakan Metode Pengecoran *Centrifugal die casting*. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro Vol. 8 No. 2*.

- Nugroho Eko, Hudawan Yulian. (2016). Pengaruh Variasi Putaran Cetakan Dan Penambahan Inokulan Ti-B Pada *Centrifugal die casting* Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Paduan Aluminium A356.0. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro Vol. 5 No. 1*.
- Santoso Nugroho, Setiawan Widia. (2015). Variasi Perubahan Putaran Pada Pengecoran Aluminium Bentuk Puli Dengan Metode *Centrifugal die casting* Terhadap Peningkatan Kekuatan Mekanik. *Jurnal Material Teknologi Proses (ISSN: 2477 - 2135), Volume 1, Nomor 1. Universitas Gajah Mada*.
- Sugiarto, T. Obandono. (2014). *Analisis Distribusi Ketebalan dan Kekerasan Hasil Coran Sentrifugal Aluminium paduan (Al-Si-Mg) Akibat Perubahan Laju Putaran dan Kemiringan Sumbu Cetakan*. *Journal Of Environtmental Engineering & Sustainable Technology, 1/1: 13-20*.
- Surdia, T. 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. PT. Pradnya Paramitha.
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik*. (edisi kedua). Jakarta:Pradnya Paramita.
- Tjitro S, dkk. (2000). Studi Perilaku Korosi Tembaga Dengan Variasi Konsentrasi Asam Askorbat (Vitamin C) Dalam Lingkungan Air Yang Mengandung Klorida Dan Sulfat. *Jurnal Teknik Mesin, ISSN: 1410-9867 Vol. 2, No. 1*.